

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-115004

(P2002-115004A)

(43) 公開日 平成14年4月19日 (2002.4.19)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
B 2 2 F 3/105		B 2 2 F 3/105	4 F 2 1 3
3/16		3/16	4 K 0 1 8
B 2 9 C 67/00		B 2 9 C 67/00	

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-306546(P2000-306546)

(22) 出願日 平成12年10月5日 (2000.10.5)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 阿部 諭

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 吉田 徳雄

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 100087767

弁理士 西川 恵清 (外1名)

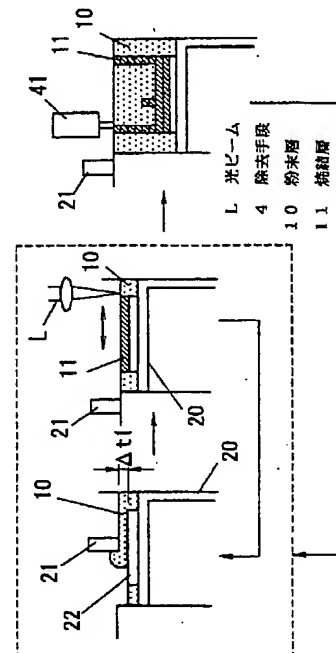
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元形状造形物の製造方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 形物表面をその形状にかかわらず低コストで滑らかに仕上げる。

【解決手段】 無機質あるいは有機質の粉末材料の層10の所定箇所に光ビームLを照射して該当箇所の粉末を焼結することで焼結層11を形成し、この焼結層11の上に粉末材料の新たな層10を被覆して所定箇所に光ビームLを照射して該当箇所の粉末を焼結することで下層の焼結層11と一体化した新たな焼結層11を形成することを繰り返して、複数の焼結層11が積層一体化された粉末焼結部品を作成するにあたり、焼結層11の形成後にそれまでに作成した造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う工程を複数回の焼結層11の作成工程中に挿入する。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 無機質あるいは有機質の粉末材料の層の所定箇所に光ビームを照射して該箇所を焼結することで焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料の新たな層を被覆して所定箇所に光ビームを照射して該箇所の粉末を焼結することで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返して、複数の焼結層が積層一体化された粉末焼結部品を作成するにあたり、焼結層の形成後にそれまでに作成した造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う工程を複数回の焼結層の作成工程中に挿入することを特徴とする三次元形状造形物の製造方法。

【請求項2】 除去工程に際しての造形物の表面部の除去深さを焼結部の周囲に付着した粉末による低密度表面層の深さより大とすることを特徴とする請求項1記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項3】 三次元形状造形物である粉末焼結部品の表面を高密度に焼結させておくとともに、除去工程により上記高密度部を露出させることを特徴とする請求項1または2記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項4】 除去工程を切削によって行うことを特徴とする請求項1～3のいずれかの項に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項5】 除去工程をレーザーによって行うことを特徴とする請求項1～3のいずれかの項に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項6】 除去工程の直前に除去対象部に光ビームを照射して除去対象部を軟化させることを特徴とする請求項1～5のいずれかの項に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項7】 除去工程の直後に除去対象部を除去した部分に熔融硬化もしくは熱処理用の光ビームを照射することを特徴とする請求項1～6のいずれかの項に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項8】 除去工程における除去作業と同時に三次元形状造形物である粉末焼結部品の周囲の未焼結粉末や除去作業で発生する屑の排除作業を行うことを特徴とする請求項1～7のいずれかの項に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項9】 除去工程の直前に未焼結粉末の排除を行うことを特徴とする請求項1～7のいずれかの項に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項10】 除去工程の直後に除去部及び排除部に対して樹脂またはろう材を流し込み、次いで次の粉末材料の層の形成及び焼結を行うことを特徴とする請求項1～9のいずれかの項に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項11】 焼結層の形成直後もしくは除去工程の直後にそれまでに形成した造形物の形状及び位置の計測を行い、該計測結果に基づき、次の焼結層の形成のため

の光ビームの照射経路データ及び次の除去工程での被除去部の除去加工経路データの修正を行うことを特徴とする請求項1～10のいずれかの項に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項12】 除去工程の前に未焼結粉末を固化させることを特徴とする請求項1～11のいずれかの項に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項13】 未焼結粉末を冷凍にて固化させることを特徴とする請求項12記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項14】 未焼結粉末を樹脂またはろう材にて固化させることを特徴とする請求項12記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項15】 無機質あるいは有機質の粉末材料の層を形成する粉末層形成手段と、上記粉末層の所定箇所に光ビームを照射して該箇所を焼結して焼結層を形成する焼結層形成手段と、焼結層形成手段と焼結層との相対距離を調整する調整手段とを備えるとともに、造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う除去手段を備えていることを特徴とする三次元形状造形物の製造装置。

【請求項16】 未焼結粉末や除去手段による除去工程で発生する屑を排除する排除手段を粉末層形成手段に付設していることを特徴とする請求項15記載の三次元形状造形物の製造装置。

【請求項17】 未焼結粉末や除去手段による除去工程で発生する屑を排除する排除手段を備えるとともに該排除手段はXY駆動機構を有して造形物の断面輪郭形状に沿って排除作業を行うものであることを特徴とする請求項15記載の三次元形状造形物の製造装置。

【請求項18】 焼結層の形成直後もしくは除去工程の直後にそれまでに形成した造形物の形状及び位置の計測を行う計測手段と、計測手段による計測結果に基づいて焼結層形成手段の動作を補正する補正手段とを備えるとともに、上記計測手段は、XY駆動機構を有して造形物の断面輪郭形状に沿って計測を行うものであることを特徴とする請求項15～17のいずれかの項に記載の三次元形状造形物の製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は粉末材料を光ビームで焼結硬化させることで三次元形状造形物を製造する三次元形状造形物の製造方法及びその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光造形法として知られている三次元形状造形物の製造方法がある。特許第2620353号などに示された該製造方法は、図18(a)に示すように、無機質あるいは有機質の粉末材料の層の所定箇所に光ビームを照射して該箇所を焼結することで焼結層

10

20

30

40

50

11を形成し、この焼結層11の上に粉末材料の新たな層10を被覆して該粉末層10の所定箇所に光ビーム1を照射して該箇所所の粉末を焼結することで下層の焼結層11と一体になった新たな焼結層11を形成することを繰り返すことによって、複数の焼結層が積層一体化された粉末焼結部品（三次元形状造形物）を作成するものであり、三次元形状造形物の設計データ（CADデータ）であるモデルを所望の層厚みにスライスして生成する各層の断面形状データをもとに光ビーム1を照射することから、いわゆるCAM装置が無くとも任意形状の三次元形状造形物を製造することができるほか、切削加工などによる製造方法に比して、迅速に所望の形状の造形物を得ることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図20に示すように、光ビーム1を照射して焼結硬化させた部分の周囲には伝達された熱が原因となって不要な粉末15が付着するものであり、該付着粉末は密度の低い表面層16を造形物に形成してしまう。

【0004】特開2000-73108号公報には、焼結層11を積層することで生じる外表面の段差（図18(b)参照）を除去することが示されているが、この段差を除去するだけでは図18(c)に示すように、低密度表面層16が残ってしまい、滑らかな表面を得ることができない。

【0005】また焼結工程において十分な密度（低気孔率）の焼結体を形成しておかないと、段差を除去しても除去後の表面に気孔が現れて滑らかな表面は得られない。

【0006】さらに造形物を完成させた後に上記低密度表面層を除去する仕上げを行う場合は、造形物形状に対して、加工工具による限界が生じる。たとえば深いリブ等を切削する場合、小径工具では工具長さに制限があるために加工不可能となることがあるために、別途放電加工等の工程が必要となり、時間及びコストの面で問題が多い。

【0007】本発明はこのような点に鑑みなされたものであって、その目的とするところは造形物表面をその形状にかかわらず低コストで滑らかに仕上げることでできる三次元形状造形物の製造方法及びその装置を提供するにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】しかして本発明に係る三次元形状造形物の製造方法は、無機質あるいは有機質の粉末材料の層の所定箇所に光ビームを照射して該箇所所の粉末を焼結することで焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料の新たな層を被覆して所定箇所に光ビームを照射して該箇所所の粉末を焼結することで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返して、複数の焼結層が積層一体化された粉末焼結部品を

作成するにあたり、焼結層の形成後にそれまでに作成した造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う工程を複数回の焼結層の作成工程中に挿入することに特徴を有している。

【0009】この時、除去工程に際しての造形物の表面部の除去深さを焼結部の周囲に付着した粉末による低密度表面層の深さより大とすることが好ましく、また、三次元形状造形物である粉末焼結部品の表面を高密度に焼結させておくとともに、除去工程により上記高密度部を露出させることが好ましい。

【0010】除去工程は切削やレーザーによって行うことができる。

【0011】除去工程の直前に除去対象部に光ビームを照射して除去対象部を軟化させたり、除去工程の直後に除去対象部を除去した部分に熔融硬化もしくは熱処理用の光ビームを照射するようにしてもよい。

【0012】また、除去工程における除去作業と同時に三次元形状造形物である粉末焼結部品の周囲の未焼結粉末や除去作業で発生する屑の排除作業を行うことも好ましく、未焼結粉末の排除は除去工程の直前に行ってもよい。

【0013】上記排除を行う場合は、除去工程の直後に除去部及び排除部に対して樹脂またはろう材を流し込み、次いで次の粉末材料の層の形成及び焼結を行うようにしてもよい。

【0014】焼結層の形成直後もしくは除去工程の直後にそれまでに形成した造形物の形状及び位置の計測を行い、該計測結果に基づき、次の焼結層の形成のための光ビームの照射経路データ及び次の除去工程での被除去部の除去加工経路データの修正を行うことも好ましい。。

【0015】除去工程の前に未焼結粉末を固化させておくようにしてもよく、この場合の固化は、未焼結粉末を冷凍したり、樹脂またはろう材を用いるとよい。

【0016】そして本発明に係る三次元形状造形物の製造装置は、無機質あるいは有機質の粉末材料の層を形成する粉末層形成手段と、上記粉末層の所定箇所に光ビームを照射して該箇所所の粉末を焼結して焼結層を形成する焼結層形成手段と、焼結層形成手段と焼結層との相対距離を調整する調整手段とを備えるとともに、造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う除去手段を備えていることに特徴を有している。

【0017】未焼結粉末や除去手段による除去工程で発生する屑を排除する排除手段を備えたものとしてもよく、この排除手段は、粉末層形成手段に付設したものや、XY駆動機構を有して造形物の断面輪郭形状に沿って排除作業を行うものを好適に用いることができる。

【0018】また、焼結層の形成直後もしくは除去工程の直後にそれまでに形成した造形物の形状及び位置の計測を行う計測手段と、計測手段による計測結果に基づいて焼結層形成手段の動作を補正する補正手段とを備えた

10

20

30

40

50

ものとするのも好ましく、この場合の計測手段には、XY駆動機構を有して造形物の断面輪郭形状に沿って計測を行うものを好適に用いることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下本発明を実施の形態の一例に基づいて詳述すると、図3は本発明に係る三次元形状造形物の製造装置を示しており、シリンダーで外周が囲まれた空間内を上下に昇降する昇降テーブル20上に供給した無機質あるいは有機質の粉末材料をスキージング用ブレード21でならすことで所定厚み $\Delta t_1$ の粉末層10を形成する粉末層形成手段2と、レーザー発振器30から出力されたレーザーをガルバノミラー31等のスキャン光学系を介して上記粉末層10に照射することで粉末を焼結して焼結層11を形成する焼結層形成手段3と、上記粉末層形成手段2のベース部にXY駆動機構（高速化の点で直動リニアモータ駆動のものが好ましい）40を介してミーリングヘッド41を設けて、除去手段4を形成してある。

【0020】このものにおける三次元形状造形物の製造は、図1に示すように、焼結層形成手段と焼結層との相対距離を調整する調整手段であるところの昇降テーブル20上面の造形用ベース22表面に無機質または有機質の粉末材料を供給してブレード21でならすことで第1層目の粉末層10を形成し、この粉末層10の硬化させたい箇所に光ビーム（レーザー）Lを照射して粉末を焼結させてベース22と一体化した焼結層11を形成する。

【0021】この後、昇降テーブル20を少し下げて再度無機質または有機質の粉末材料を供給してブレード21でならすことで第2層目の粉末層10を形成し、この粉末層10の硬化させたい箇所に光ビーム（レーザー）Lを照射して粉末を焼結させて下層の焼結層11と一体化した焼結層11を形成する。

【0022】昇降テーブル20を下降させて新たな粉末層10を形成し、光ビームを照射して所要箇所を焼結層11とする工程を繰り返すことで、目的とする三次元形状造形物を製造するものであり、たとえば、粉末材料として平均粒径約20 $\mu$ mの球形の鉄粉、光ビームとしては炭酸ガスレーザー、粉末層10の厚み $\Delta t_1$ としては0.05mmが好適である。

【0023】光ビームの照射経路は、予め三次元CADデータから作成しておく。すなわち、従来のものと同様に、三次元CADモデルから生成したSTLデータを等ピッチ（ここでは0.05mm）でスライスした各断面の輪郭形状データを用いる。この時、三次元形状造形物の少なくとも最表面が高密度（気孔率5%以下）となるように焼結させることができるように光ビームの照射を行うのが好ましい。除去手段によって後述する表面除去を行っても、露出した部分がポーラスであれば、除去加工後の表面もポーラスな状態となるためであり、このた

めに予め形状モデルデータを図4に示すように、表層部Sと内部Nとに分割しておき、内部Nについてはポーラスとなるような焼結条件、表層部Sはほぼ粉末が溶融して高密度となる条件で光ビームを照射する。図5(a)の図中12が高密度部を示しており、図中16は前述の付着粉末によるところの低密度表面層である。

【0024】そして、上記粉末層10を形成しては光ビームを照射して焼結層11を形成することを繰り返していくのであるが、焼結層11の全厚みがたとえばミーリングヘッド41の工具長さなどから求めた所要の値になれば、いったん除去手段4を作動させてそれまでに造形した造形物の表面を切削する。たとえば、ミーリングヘッド41の工具（ボールエンドミル）が直径1mm、有効刃長3mmで深さ3mmの切削加工が可能であり、粉末層10の厚み $\Delta t_1$ が0.05mmであるならば、60層の焼結層11を形成した時点で、除去手段4を作動させる。

【0025】この除去手段4による切削加工により、図5に示すように、造形物表面に付着した粉末による低密度表面層16を除去すると同時に、高密度部12まで削り込むことで、造形物表面に高密度部12を全面的に露出させる。このために、所望の形状Mよりも焼結層11が少し大きくなるようにしておく。

【0026】この除去手段4による切削加工経路は、光ビームの照射経路と同様に予め三次元CADデータから作成しておく。この時、等高線加工を適用して加工経路を決定するが、Z方向ピッチは焼結時の積層ピッチにこだわる必要はなく、緩い傾斜の場合はZ方向ピッチをより細かくして補間することで、滑らかな表面を得られるようにしておく。切削加工を直径1mmのボールエンドミルで行う場合は、切り込み量を0.1~0.5mm、送り速度を5m/min~50m/min、工具回転数を20,000rpm~100,000rpmとするのが好ましい。

【0027】なお、切削による除去に際しては、図6に示すように、切削加工の直前の部分にエネルギー密度を小さくした光ビーム（レーザー）Lを照射して加熱することで軟化させておき、この軟化した状態の部分を工具44が切削していくようにすると、切削抵抗が小さくなるために切削加工時間を短くできるとともに工具44の寿命を延ばすことができる。

【0028】また、図7に示すように、切削除去直後の部分に再度光ビームLを照射して溶融硬化させたり熱処理することで、密度を高めるようにすることも好ましい。

【0029】図8に示すものは、焼結層形成手段3であるレーザー発振器30からのレーザーを光ファイバー36を通じて受けて出力する照射ヘッド35を除去手段4におけるXY駆動機構40に取り付けている。共用部品が増えるために部品点数を少なくすることができる。

【0030】ところで、除去手段4による造形物表面及び不要部分の除去に際して、未焼結粉末や除去手段4による切削屑が除去作業の邪魔になる上に、次の粉末層10の形成に際して、ブレード21に切削屑が引っかかって平坦な粉末層10を形成することができなかつたり、ブレード21と造形物との間に切削屑が挟まってブレード21が停止してしまうことがある。このために、図9及び図10(a)あるいは図10(b)に示すように、たとえばエアポンプ50に接続した吸引ノズル51を工具44に隣接させて配置して、切削と同時に未焼結粉末及び切削屑を吸引排除してしまうとよい。吸引ノズル51で工具44を囲んでいる図10(b)に示すものでは、工具44としてスピンドルヘッドを好適に用いることができる。

【0031】図11に示すように、切削加工前に未焼結粉末のみを吸引除去し、切削加工と同時に切削屑を吸引除去するようにしてもよく、この場合、未焼結粉末に切削屑が混入することがないために、未焼結粉末の再利用が容易となる。

【0032】ところで、未焼結粉末を吸引排除してしまった場合、除去工程後にさらに粉末層10を積層する時、多量の粉末が必要となり、除去工程を複数回繰り返す場合、その都度、未焼結粉末を排除した全空間に粉末を埋めなくてはならず、時間的なロスが大きくなる。

【0033】このために、未焼結粉末を排除した空間には、図12に示すように、樹脂あるいはろう材を流し込んで固化させることで固化部18を形成し、次の粉末層10は最上層の焼結層11と上記固化部18の上面に形成するとよい。使用する粉末量を削減することができる。

【0034】なお、上記エアポンプ50及び吸引ノズル51からなる排除手段における吸引ノズル51は、除去工程に先だって未焼結粉末を排除するものについては、図13に示すように、粉末層形成手段2におけるブレード21の駆動部に取り付けておくと、全域の未焼結粉末の排除を行うことができるとともに吸引ノズル51のための専用の駆動機構を必要としなくなるために、装置構成を簡単にすることができる。

【0035】また、図14に示すように、吸引ノズル51を専用のXY駆動機構55、もしくは除去手段4におけるXY駆動機構40に取り付けた場合には、造形物の断面輪郭線形状に沿って吸引ノズル51を移動させることができる。

【0036】未焼結粉末については、除去工程の直前に吸引排除してしまうのではなく、例えば液体窒素などを吹き付ける（必要とあれば湿気を含んだガスを同時に吹き付ける）ことで未焼結粉末を固化させたり、樹脂やろう材などを流し込んで固化させておき、この状態で除去手段4を動作させるようにしてもよい。切削屑が未焼結粉末内に入り込んでしまうことがないために、切削屑の

排除を容易に行うことができる。

【0037】図15に示すものは、焼結直後もしくは除去加工直後の造形物の形状及び位置を測定するための計測手段6を設けたものを示している。光ビームの照射精度や除去加工の加工精度をオンマシンで計測することができるものであり、計測結果をフィードバックして、測定データ（位置座標データ）とCADデータを比較することで、造形精度を算出することができるとともに、比較結果に基づいて次の光ビーム照射経路データを修正したり、次の除去加工経路データを修正したりすることで、より高精度な造形が可能となる。

【0038】上記計測手段6がたとえば圧電型接触センサである場合には、除去手段4におけるXY駆動機構40に計測手段6を設けると、計測手段6のための専用駆動機構を必要とすることなく、計測を行うことができる。

【0039】また、計測手段6としてはCCDカメラのような撮像手段を用いてもよい。測定しようとする点が画像の中心となるように撮像手段を移動させて、画像中心と造形物中の測定しようとしている点とのずれた画素数からずれ量を計測するのである。

【0040】以上の各例では、除去手段4として切削で除去を行うものを示したが、このほか、高出力レーザーで除去を行うようにしてもよい。たとえばピーク出力が10kW以上のQスイッチYAGレーザーを使用すれば、造形物表面の低密度表面層16を瞬時に蒸発させて除去することができる。また、除去部分は造形物の表面部に限るものではなく、造形の都合上、本来ならば不要である部分も造形しなくてはならない場合、この不要部分の除去も行うことができる。

【0041】

【発明の効果】以上のように本発明の三次元形状造形物の製造方法は、無機質あるいは有機質の粉末材料の層の所定箇所に光ビームを照射して該箇所所の粉末を焼結することで焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料の新たな層を被覆して所定箇所に光ビームを照射して該箇所所の粉末を焼結することで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返して、複数の焼結層が積層一体化された粉末焼結部品を作成するにあたり、焼結層の形成後にそれまでに作成した造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う工程を複数回の焼結層の作成工程中に挿入することから、つまりは焼結層の作成と造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を繰り返す行うために、仕上げにドリル長などの制約を受けることなく表面を上げることができる。

【0042】この時、除去工程に際しての造形物の表面部の除去深さを焼結部の周囲に付着した粉末による低密度表面層の深さより大とすることで、造形物表面を確実に滑らかにすることができる。

【0043】また、三次元形状造形物である粉末焼結部

10

20

30

40

50

品の表面を高密度に焼結させておくとともに、除去工程により上記高密度部を露出させることで、表面の面粗度を高くすることができる。

【0044】除去工程の直前に除去対象部に光ビームを照射して除去対象部を軟化させるならば、除去を切削で行う場合、切削抵抗を下げることができるために、切削時間の短縮及び切削工具寿命の向上を図ることができる。

【0045】また、除去工程の直後に除去対象部を除去した部分に溶融硬化もしくは熱処理用の光ビームを照射するならば、表面密度を向上させることができる。

【0046】そして、除去工程における除去作業と同時に三次元形状造形物である粉末焼結部品の周囲の未焼結粉末や除去作業で発生する屑の排除作業を行うと、切削屑の処理が可能であって、次の粉末層の形成に際して切削屑が悪影響を及ぼしてしまうことを避けることができる。未焼結粉末の排除は除去工程の直前に行ってもよく、この場合、未焼結粉末と切削屑とを分離して処理することができるために未焼結粉末の再利用が容易となる。

【0047】上記排除を行う場合は、除去工程の直後に除去部及び排除部に対して樹脂またはろう材を流し込み、次いで次の粉末材料の層の形成及び焼結を行うと、粉末の使用量を削減することができる。

【0048】焼結層の形成直後もしくは除去工程の直後にそれまでに形成した造形物の形状及び位置の計測を行い、該計測結果に基づき、次の焼結層の形成のための光ビームの照射経路データ及び次の除去工程での被除去部の除去加工経路データの修正を行うことで、より高精度な造形が可能となる。

【0049】除去工程の前に未焼結粉末を固化させておくようにしてもよく、この場合の固化は、未焼結粉末を冷凍したり、樹脂またはろう材を用いるとよい。このように固化させた場合、粉末の再充填などを必要とすることなく、切削屑のみを容易に除去することができる。

【0050】そして本発明に係る三次元形状造形物の製造装置は、無機質あるいは有機質の粉末材料の層を形成する粉末層形成手段と、上記粉末層の所定箇所に光ビームを照射して該箇所を焼結して焼結層を形成する焼結層形成手段と、焼結層形成手段と焼結層との相対距離を調整する調整手段とを備えるとともに、造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う除去手段を備えていることから、造形加工後の表面粗度の向上を図ること

とができるものであり、また上記製造方法を簡便に実施することができる。

【0051】未焼結粉末や除去手段による除去工程で発生する屑を排除する排除手段を備えたものとする。屑の影響を避けることができるものとなる。

【0052】また、焼結層の形成直後もしくは除去工程の直後にそれまでに形成した造形物の形状及び位置の計測を行う計測手段と、XY駆動機構を有して造形物の断面輪郭形状に沿って計測を行う上記計測手段による計測結果に基づいて焼結層形成手段の動作を補正する補正手段とを備えたものとする。高精度な造形物を容易に得ることができるものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の一例に係る動作説明図である。

【図2】同上のブロック図である。

【図3】同上の概略斜視図である。

【図4】同上の表面高密度部に関する説明図である。

【図5】(a)(b)は同上の除去工程を示す断面図である。

【図6】同上の他例の動作を示す斜視図である。

【図7】同上の更に他例の動作を示す斜視図である。

【図8】別の例の概略斜視図である。

【図9】さらに他例の概略斜視図である。

【図10】(a)(b)は夫々排除手段の一例を示している概略断面図である。

【図11】(a)(b)は排除手段の他例の動作を示す概略断面図である。

【図12】(a)(b)は排除加工後の処理を示す概略断面図である。

【図13】排除手段のさらに他例を示す概略断面図である。

【図14】排除手段の別の例を示す概略斜視図である。

【図15】計測手段を備えた例の概略斜視図である。

【図16】(a)(b)は同上の動作を示す断面図である。

【図17】計測手段の他例を示す概略斜視図である。

【図18】(a)は焼結層の形成に際しての粉末の付着を説明する断面図、(b)は低密度表面層を示す断面図、(c)は段差のみを除去した場合の断面図である。

【符号の説明】

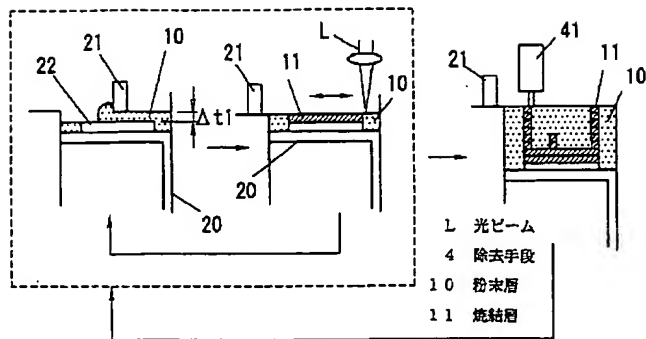
L 光ビーム

4 除去手段

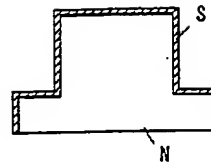
10 粉末層

11 焼結層

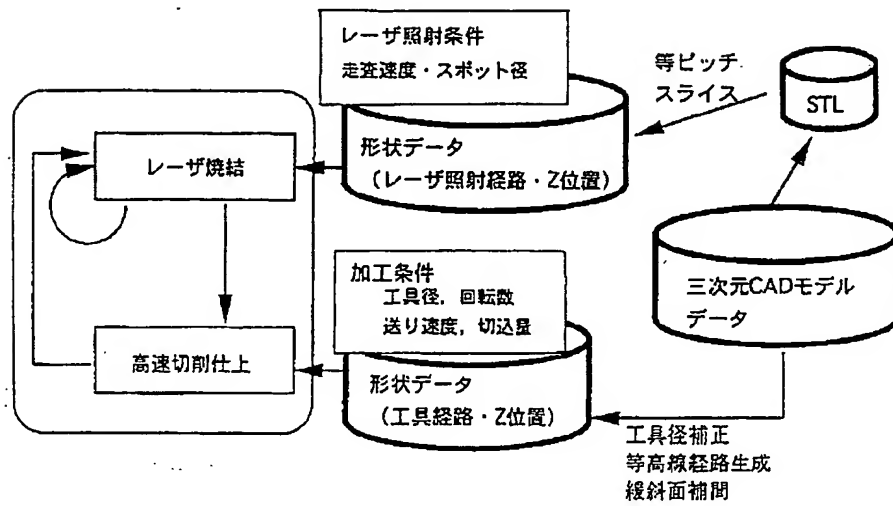
【図1】



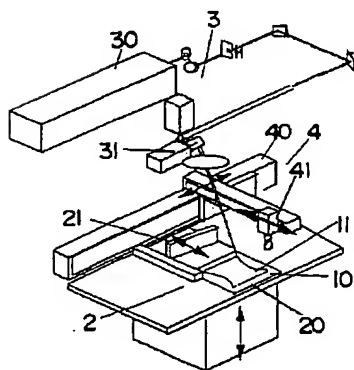
【図4】



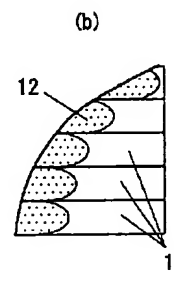
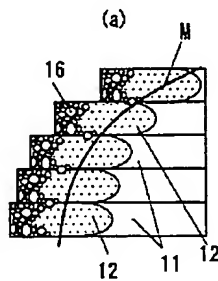
【図2】



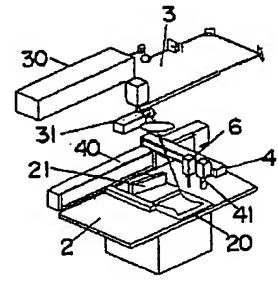
【図3】



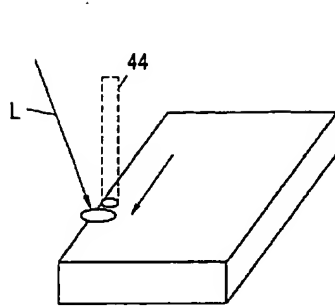
【図5】



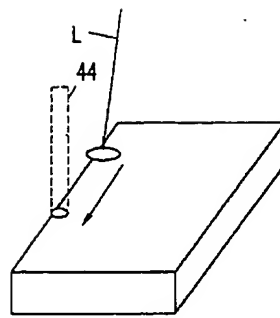
【図15】



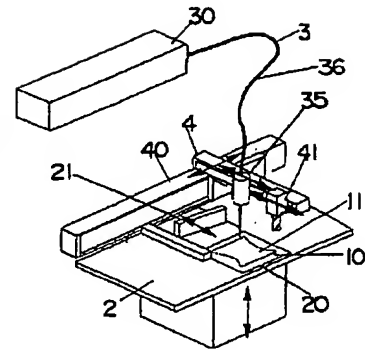
【図6】



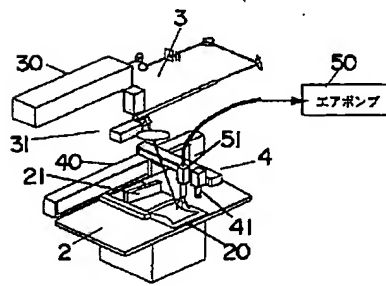
【図7】



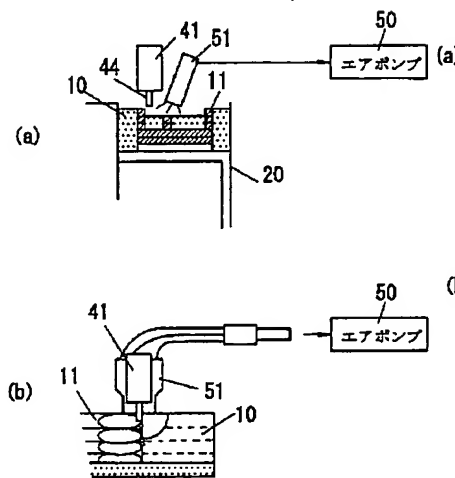
【図8】



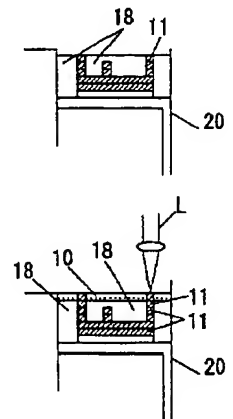
【図9】



【図10】

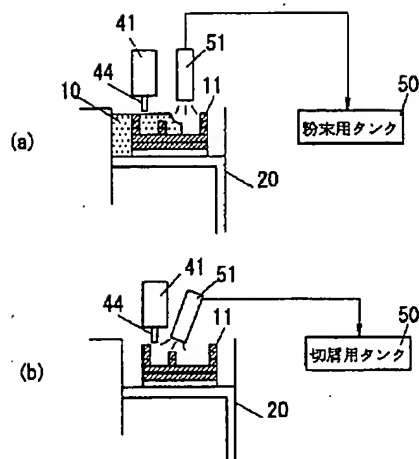


【図12】

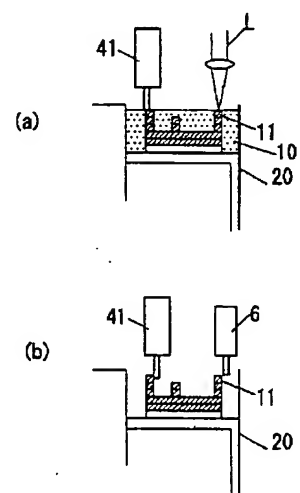
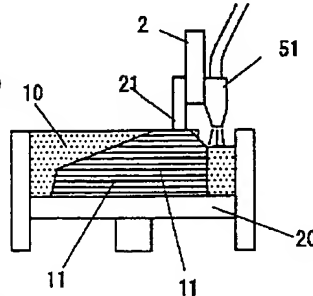


【図16】

【図11】

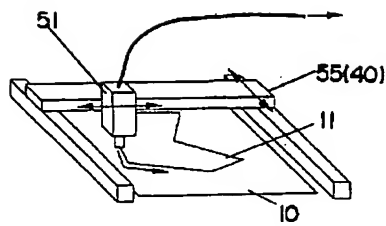


【図13】

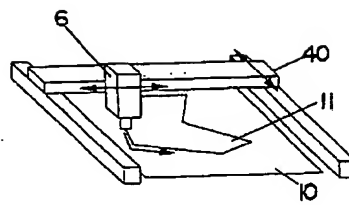




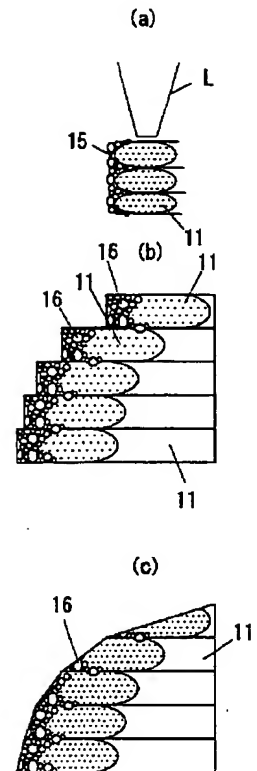
【図14】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 東 喜万  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内  
(72)発明者 峠山 裕彦  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内  
(72)発明者 不破 勲  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内

(72)発明者 上永 修士  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内  
F ターム(参考) 4F213 AC04 AP06 AR07 WA22 WA25  
WA43 WA53 WA67 WA83 WB01  
WL03 WL04 WL13 WL21 WL32  
WL52 WL85 WL96  
4K018 CA44 CA50 EA51 EA60 FA01  
JA05

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**